

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年5月10日 (10.05.2001)

PCT

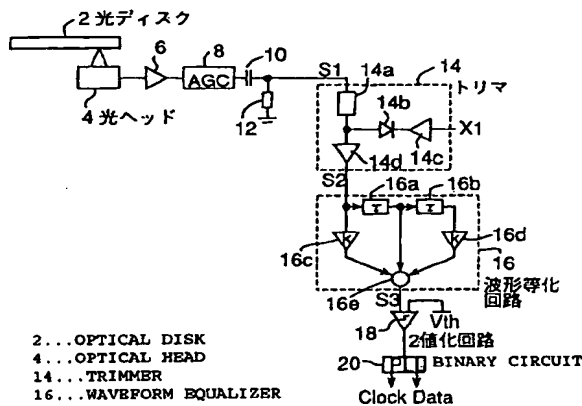
(10) 国際公開番号
WO 01/33568 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 20/10, 7/005 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP00/07588 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 南野順一 (MINAMINO, Junichi) [JP/JP]; 〒631-0062 奈良県奈良市帝塚山3-4-4 Nara (JP). 石橋広通 (ISHIBASHI, Hiromichi) [JP/JP]; 〒567-0876 大阪府茨木市天王2丁目6-H-503 Osaka (JP). 古宮 成 (FURUMIYA, Shigeru) [JP/JP]; 〒670-0083 兵庫県姫路市辻井1-11-22-2 Hyogo (JP).
(22) 国際出願日: 2000年10月27日 (27.10.2000)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願平 11/308867
1999年10月29日 (29.10.1999) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
(74) 代理人: 青山 葆, 外 (AOYAMA, Tamotsu et al.); 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).
(81) 指定国 (国内): CN, ID, JP, KR, MX, US.
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DISK PLAYER AND PLAYBACK METHOD

(54) 発明の名称: 光ディスクの再生装置および再生方法



(57) Abstract: An optical disk player in which signal processing can be performed to prevent jitters from occurring when a waveform equalizer is used. A trimmer is provided in a stage preceding a waveform equalizer to define the limits of amplitude in the positive and negative directions of the playback signal waveform so that the positive and negative amplitudes may become substantially the same. As a result, jitters in the reproduced signal can be reduced.

(57) 要約:

波形等化回路を用いても、上記の新たなジッタが発生しないような信号処理が可能な光ディスク再生装置を提供する。波形等化回路の前段にトリマを挿入し、再生信号の波形の正方向の振幅の上限、負方向の振幅の下限を制限し、正方向の振幅と負方向の振幅とが大略同じになるように制限する。これにより、再生信号のジッタを改善することが出来る。

WO 01/33568 A1



添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光ディスクの再生装置および再生方法

5 技術分野

本発明は、光ディスクに書き込まれたマークまたはスペースを読み出す再生装置および再生方法に関する。

背景技術

- 10 書き込み可能な光ディスクは、マークと、マークとマークの間のスペースとの組合せにより書き込みが行われる。マークの長さは、3 T, 4 T, 5 T, 6 T, 7 T, 8 T, 9 T, 10 T, 11 Tいずれかを採り、スペースの長さも3 T, 4 T, 5 T, 6 T, 7 T, 8 T, 9 T, 10 T, 11 Tのいずれかを採る。ここで T はチャンネルクロックの周期を表す。最短のマーク 3 T の物理的長さは約 0. 4 μ m であり、マークを形成するレーザ光の光スポットの直径（半値幅）は約 0. 6 μ m である。光スポットの光強度は、中心が一番強く、周辺に向かって弱くなる強度分布を有しているので、光スポットが瞬時に当たっても、0. 6 μ m のマークができるのではなく、やや小さめの 0. 4 μ m のマークができる。
- 15

- 光ディスクにマークを記録する場合、3 T マーク、3 T スペース、3 T マーク（3 T_m—3 T_s—3 T_mと表す）のように、2つの短いマークの間に短いスペースが入って、記録が行われることもある。このように記録された 3 T_m—3 T_s—3 T_m を再生する場合、符号間干渉による再生信号ジッタが生じ、0, 1 の読み取りエラーが発生する。
- 20

- 図 6 は、従来の光ディスク再生装置を示す。6 2 は光ディスク、6 4 は光学ヘッド、6 6 は増幅器、6 8 は自動利得制御器、7 0 はコンデンサ、7 2 は抵抗である。7 4 は再生された信号の高周波帯を増幅する波形等化回路、7 6 は 2 値化回路、7 8 は位相同期ループである。
- 25

図 6 に示すように、従来は、上述の符号間干渉を解決するため、波形等化回路 7 4 を 2 値化回路 7 6 の前段に挿入していた。波形等化回路 7 4 により、再生波

形は増幅される。この動作が図7に示されている。

図7 (a)、(b)は、それぞれ短いマークが再生された信号、およびそれが波形等化回路74で増幅された信号を示す。図7 (c)、(d)は、それぞれ長いマークが再生された信号、およびそれが波形等化回路74で増幅された信号を示す。各信号の中央に示された線は、2値化回路76のしきい電圧 V_{th} を示す。この電圧 V_{th} を超えれば1、以下であれば0が2値化回路76から出力される。このように、再生信号の高周波帯を波形等化回路74で増幅し、再生信号のジッタを低減していた。

波形等化回路74を用いない場合、又は、等化量 K 弱い場合は、光ディスクの再生信号を直接2値化回路76に入力すれば、図7 (e)に示すように、長いマークの再生信号がしきい電位と交差する点と、短いマークの再生信号がしきい電位と交差する点とを、一致させることが出来るが、光ディスクの再生信号を等化量 K が大きい波形等化回路74を介して2値化回路76に入力すると、図7

(f)に示すように、長いマークの再生信号がしきい電位と交差する点は、ズレ量 g でズレてしまう。このズレにより再生信号に新たなジッタが発生する。この新たなジッタは、記録密度が高くなるほど、また等化量 K が強いほど、より顕著に表れる。

発明の開示

(発明が解決しようとする技術的課題)

この発明は、波形等化回路を用いても、上記の新たなジッタが発生しないような信号処理が可能な光ディスク再生装置を提供することを課題とする。

(その解決方法)

本発明の第1の観点によれば、光ディスクに書き込まれたマークまたはスペース(以下マーク)を読み出す再生装置であって、

マークに光スポットを照射し、マークを読み出し、再生信号を出力する光ヘッド手段と、

光ヘッドで読み出された再生信号を、2値化信号に変換するための所定のしき

い値に対する正方向の波形の振幅と負方向の波形の振幅の少なくとも大きいほうの振幅の波形を制限し、両方向の振幅が大略同じになるようにするトリマ手段と、トリマ手段からの出力信号の高周波帯を増幅する波形等化回路と、

5 波形等化回路からの出力信号を、上記所定のしきい値を用いて2値化信号を生成する2値化回路から成ることを特徴とする再生装置である。

本発明の第2の観点によれば、上記トリマ手段は、正方向の振幅のみを制限することを特徴とする第1の観点の再生装置である。

本発明の第3の観点によれば、上記トリマ手段は、正方向の振幅および負方向の振幅を制限することを特徴とする第1の観点の再生装置である。

10 本発明の第4の観点によれば、正方向の振幅を制限することによりカットされる量を、正方向の振幅の最大値の55%以下とし、負方向の振幅を制限することによりカットされる量を、負方向の振幅の最大値の50%以下とすることを特徴とする第3の観点の光ディスク再生装置である。

15 本発明の第5の観点によれば、マークの最も短い長さが nT (n は正の整数、 T はチャンネルクロックの周期を表す)である変調符号の場合、前記トリマ手段は、マーク長が $(n+2)T$ 以上の信号に対し、正方向の振幅をおよび負方向の振幅を制限し、マーク長が nT および $(n+1)T$ の信号については、正方向の振幅および負方向の振幅を制限しないことを特徴とする第3の観点の光ディスク再生装置である。

20 本発明の第6の観点によれば、光ディスク上のビット長 ML と光スポットの半値幅 Wh との比 ML/Wh が次の関係

$$ML/Wh \geq R$$

$$1. \quad 0 \leq R \leq 1.35$$

25 を満たす場合に、前記トリマ手段により振幅を制限することを特徴とする第1の観点の光ディスク再生装置である。

本発明の第7の観点によれば、前記光ディスクは、最短マーク長 ML_{min} と光スポットの半値幅 Wh の比が $ML_{min}/Wh < 0.82$ の関係を満足することを特徴とする第1の観点の光ディスク再生装置である。

本発明の第8の観点によれば、書き込み可能な光ディスクに書き込まれたマー

クを読み出す再生方法であって、

光ヘッドからマークに光スポットを照射し、マークを読み出し、再生信号を出力する工程と、

- 5 光ヘッドで読み出された再生信号を、2値化信号に変換するための所定のしきい値に対する正方向の波形の振幅と負方向の波形の振幅の少なくとも大きいほうの振幅の波形を制限し、両方向の振幅が大略同じになるようにする工程と、

両方向の振幅が大略同じである信号を増幅する工程と、

増幅した信号を、上記所定のしきい値を用いて2値化信号に変換することを特徴とする再生方法である。

- 10 本発明の第9の観点によれば、両方向の振幅が大略同じになるようにする工程は、正方向の振幅のみを制限することを特徴とする第8の観点の再生方法である。

本発明の第10の観点によれば、両方向の振幅が大略同じになるようにする工程は、正方向の振幅および負方向の振幅を制限することを特徴とする第8の観点の再生方法である。

- 15 本発明の第11の観点によれば、正方向の振幅を制限することによりカットされる量を、正方向の振幅の最大値の55%以下とし、負方向の振幅を制限することによりカットされる量を、負方向の振幅の最大値の50%以下とすることを特徴とする第10の観点の光ディスク再生方法である。

- 20 本発明の第12の観点によれば、マークの最も短い長さが nT (n は正の整数、 T はチャンネルクロックの周期を表す)である変調符号の場合、前記トリマ手段は、マーク長が $(n+2)T$ 以上の信号に対し、正方向の振幅をおよび負方向の振幅を制限し、マーク長が nT および $(n+1)T$ の信号については、正方向の振幅および負方向の振幅を制限しないことを特徴とする第10の観点の光ディスク再生方法である。

- 25 本発明の第13の観点によれば、光ディスク上のビット長 ML と光スポットの半値幅 Wh との比 ML/Wh が次の関係

$$ML/Wh \geq R$$

$$1.0 \leq R \leq 1.35$$

を満たす場合に、前記両方向の振幅が大略同じになるようにする工程により振幅

を制限することを特徴とする第8の観点の光ディスク再生方法である。

本発明の第14の観点によれば、前記光ディスクは、最短マーク長 ML_{min} と光スポットの半値幅 Wh の比が $ML_{min}/Wh < 0.82$ の関係を満足することを特徴とする第8の観点の光ディスク再生装置である。

5

(従来技術より有効な効果)

本発明により、ジッタが発生しない信号処理が可能な光ディスク再生装置および方法を提供することができる。

10 図面の簡単な説明

図1は、第1の実施の形態に係る再生装置。

図2(a)から図2(c)は、図1の再生装置から得られる信号の波形図。

図3は、第2の実施の形態に係る再生装置。

図4(a)から図4(c)は、図3の再生装置から得られる信号の波形図。

15 図5(a)から図5(d)は、トリマにより波形の上限または上限と下限が制限された波形図。

図6は、従来の再生装置。

図7(a)から図7(f)は、従来の再生装置から得られる信号の波形図。

20 図8(a)から図8(c)は、ガウス分布で表した光スポットと長いマークとの関係を示した説明図。

図9は、種々の長さのマークに対する信号波形を示したグラフ。

図10(a)から図10(c)は、ガウス分布で表した光スポットと短いマークとの関係を示した説明図。

図11は、線密度と等化誤差との関係を表したグラフ。

25

発明を実施するための最良の形態

第1の実施の形態

図1は、本発明に係る光ディスク再生装置の第1の実施の形態を示す。図1において、2は光ディスク、4は光学ヘッド、6は増幅器、8は自動利得制御器、

10はコンデンサ、12は抵抗である。14は正方向の振幅の上限を制限するトリマ、16は再生された正弦波を増幅する波形等化回路、18は2値化回路、20は位相同期ループである。

トリマ14は、抵抗14a、ダイオード14b、バッファ14c、バッファ14dで構成され、バッファ14cの入力には上限値を特定する信号X1が入力される。

また、波形等化回路16は、遅延回路16a、16b、増幅器16c、16d、加算器16eで構成される。

次に動作を説明する。

書き込み可能な光ディスク2には、予め相変化によるマークと、マークとマークの間のスペースとの組合せにより記録が行われているものとする。マークの長さは、3T、4T、5T、6T、7T、8T、9T、10T、11Tのいずれかを選び、スペースの長さも3T、4T、5T、6T、7T、8T、9T、10T、11Tのいずれかを選ぶ。ここでTはチャンネルクロックの周期を表す。最短のマーク又はスペース、この場合は3T、の物理的長さは約0.2~0.4 μ mであり、マークを再生するレーザ光の光スポットの直径（半値幅）は約0.4~0.6 μ mである。最長のマーク又はスペース、この場合は11T、の物理的長さは約0.7~1.5 μ mである。

光ヘッド4により読み取られたマークおよびスペース（以下、総称してマークという）の再生信号は、増幅器6、自動利得制御器8により増幅され、コンデンサ10、抵抗12により不要な周波数成分がカットされ、トリマ14に入力される。トリマ14に入力される信号をS1、トリマ14から出力される信号をS2、波形等化回路16から出力される信号をS3とする。

図2(a)に、長いマークに対応する再生信号S1と短いマークに対応する再生信号S1を示す。再生信号S1の特徴として、しきい電位 V_{th} から見た正方向の振幅A1と、負方向の振幅A2を比較した場合、 $A1 > A2$ であることが、実験により観察された。すなわち、しきい電位 V_{th} に対する正方向の振幅と負方向の振幅が、非対称になっている。

トリマ14は、係る非対称性を無くしたり、または低減するための回路である。

すなわちトリマ14は、正方向の振幅A1がX1のレベルを超える場合は、X1のレベルでカットし、正方向の振幅A1の上限値をX1のレベルに制限する回路である。図2(b)に再生信号S2が示されている。長いマークの再生信号S2はレベルX1でカットされており、短いマークの再生信号S2はレベルX1以下であるので、カットされていない。

再生信号S2は、波形等化回路16に入力され、増幅される。増幅された信号S3が図2(c)に示されている。波形等化回路16は、波形のスロープの部分を立てるように作用する。従って、レベルX1でカットされたエッジにはオーバーシュートが現れている。このように、レベルX1でカットされた再生信号S2、特に長いマークの再生信号S2、を波形等化回路16で増幅した場合、再生信号2がしきい電位 V_{th} と交差する点はズレる量が大きく低減されている。従って、このズレにより再生信号に新たなジッタが発生することが回避される。結果として、再生信号のジッタを改善することが可能となる。

第2の実施の形態

図3は、本発明に係る光ディスク再生装置の第2の実施の形態を示す。図1と比べた場合、図3に示す光ディスク再生装置は、トリマ114の構成が異なり、他の部分の構成は、図1に示す光ディスク再生装置の構成と同じであるので、トリマ114の構成についてのみ説明し、他の部分の構成の説明は省略する。

トリマ114は、抵抗14a、ダイオード14b、14e、バッファ14c、14f、バッファ14dで構成され、バッファ14cの入力には上限値を特定する信号X1が入力され、バッファ14fの入力には下限値を特定する信号X2が入力される。

次に動作を説明する。

上述と同様、予めマークが記録された書き込み可能な光ディスク2を再生するものとする。

トリマ114に入力される信号をS1、トリマ114から出力される信号をS2、波形等化回路16から出力される信号をS3とする。

図4(a)に、長いマークに対応する再生信号S1と短いマークに対応する再生信号S1を示す。再生信号S1の特徴として、しきい電位 V_{th} から見た正方

向の振幅A 1と、負方向の振幅A 2を比較した場合、A 1 > A 2であり、非対称であるのは、上述と同様である。

トリマ1 1 4は、係る非対称性を無くしたり、または低減するための回路である。すなわちトリマ1 1 4は、正方向の振幅A 1がX 1のレベルを超える場合は、X 1のレベルでカットし、正方向の振幅A 1の上限値をX 1のレベルに制限するとともに、負方向の振幅A 2がX 2のレベルを下方向に超える場合は、X 2のレベルでカットし、負方向の振幅A 2の下限値をX 2のレベルに制限する回路である。図3 (b) に再生信号S 2が示されている。長いマークの再生信号S 2は上方向にレベルX 1でカットされ、下方向にレベルX 2でカットされている。短いマークの再生信号S 2はレベルX 1、X 2以内であるので、カットされていない。

再生信号S 2は、波形等化回路1 6に入力され、増幅される。増幅された信号S 3が図3 (c) に示されている。波形等化回路1 6は、波形のスロープの部分を立てるように作用する。従って、レベルX 1やレベルX 2でカットされたエッジにはオーバーシュートが現れている。このように、レベルX 1やレベルX 2でカットされた再生信号S 2、特に長いマークの再生信号S 2、を波形等化回路1 6で増幅した場合、再生信号2がしきい電位V t hと交差する点はズレる量が大きく低減されている。従って、このズレにより再生信号に新たなジッタが発生することが回避される。結果として、再生信号のジッタを改善することが可能となる。

次に最短マーク長0. 333 μmの光ディスクを直径0. 6 μmの光スポットを用いて再生した場合に、ジッタがどの程度改善されたかを説明する。

ジッタ値G (%) は、次の計算式を採用する。

$$G = \frac{\sqrt{g_1^2 + g_2^2 + \dots + g_m^2}}{mT} \times 100 \quad (\%)$$

25

ここでg 1, ..., g mは、所定期間内に現れるズレ量(図7 (f) に示すズレ量g)を順番に表している。

図6に示す従来例の場合は、ジッタ値は、12. 3%であった。この場合の波

形等化回路 7 4 へ入力される再生信号 S 2 は、図 5 (a) に示されるように、

$$A 1 \simeq 1.1 A 2$$

の関係になっていた。

5 図 1 に示す第 1 の実施の形態の場合は、ジッタ値は、10.6%であった。この場合の波形等化回路 1 6 へ入力される再生信号 S 2 は、図 5 (b) に示されるように、正方向の振幅波形のみをカットし、

$$A 1 = A 2$$

の関係になっていた。これは正方向におよそ 1%から 5%のカットを行うことにより達成された。

10 図 3 に示す第 2 の実施の形態の場合は、ジッタ値は、7.3%であった。この場合の波形等化回路 1 6 へ入力される再生信号 S 2 は、図 5 (c) に示されるように、正方向と負方向の振幅波形をカットし、

$$A 1 = A 2$$

15 の関係になっていた。これは正方向におよそ 5%から 55%のカット、負方向におよそ 1%から 50%のカットを行うことにより達成された。すなわち、正方向の振幅を制限することによりカットされる量を、正方向の振幅の最大値の 55%以下とし、負方向の振幅を制限することによりカットされる量を、負方向の振幅の最大値の 50%以下とすることにより達成された。

20 さらに、図 3 に示す第 2 の実施の形態の場合において、ジッタ値が最小値と成る場合を探したところ、6.9%が得られた。この場合の波形等化回路 1 6 へ入力される再生信号 S 2 は、図 5 (d) に示されるように、正方向と負方向の振幅波形をカットし、

$$A 1 \simeq 1.1 A 2$$

25 の関係になっていた。これも正方向におよそ 5%から 55%のカット、負方向におよそ 1%から 50%のカットを行うことにより達成された。

カットレベル X 1, X 2 は、短いマーク、たとえば 3 T、に対応する信号の振幅までもカットすることは、好ましくない。カットレベル X 1, X 2 は、

$$(X 1 - V_{th}) \simeq (V_{th} - X 2)$$

となる、すなわち正方向の振幅と負方向の振幅とが大略同じになるように設定するのが好ましいが、正方向の振幅 ($X1 - Vth$) を負方向の振幅 ($Vth - X2$) より 0.2% から数% 大きくしておく方がより好ましい。

5 上述の例においては、正方向に突出し、負方向より大きい場合について説明したが、負方向突出し、正方向より大きい場合にあつては、少なくとも負方向の振幅波形をカットすればよい。

次に、レベル $X1$ でカットされる再生信号は、どの程度の大きさの再生信号からカットされるべきかについて説明する。

10 光スポットはガウス分布と考えることができる。光スポットがトラックに沿ってスペースやマーク上を移動することは、ガウス分布がトラックに沿ってスペースやマーク上を移動することと考えることができる。光ディスクの再生信号レベルは、ガウス分布においてマークが占める面積により決定される。すなわち、再生信号レベルは、ガウス分布において、マークがある部分の面積をプラス、マークが無い部分の面積をマイナスとして、両面積の加算により求めることができる。

15 従つて、

$$\text{再生信号レベル} = \text{影線部の面積} + (-\text{影線部以外の面積})$$

となる。なお、この例においては、ガウス分布の面積を 1 としている。図 8

(a) に示す様に、ガウス分布にマークが入ってしない場合は、再生信号レベルは -1 となる。図 8 (b) に示す様に、ガウス分布にマークが半分かかっている場合、すなわちマークの先端エッジがガウス分布の中心に位置している場合は、再生信号レベルは 0 となる。図 8 (c) に示す様にガウス分布の全域にマークが存在する場合は、再生信号レベルは +1 となる。この様にマーク長 ML がガウス分布の幅 GW と等しいかより長ければ、再生信号レベルは、図 9 の線 900 で示す様に、-1 から 0 となり、更に +1 まで変化する。この場合、0 となるのは、

25 ちょうどマークの先端エッジがガウス分布の中心に位置した時である。

次に、マーク長 ML がガウス分布の幅 GW より短い場合について検討する。図 10 (a) に示す様に、マークがガウス分布に全く入っていない場合は、再生信号レベルは -1 である。図 10 (b) に示す様に、マークの先端エッジがガウス分布の中心に位置している場合は、再生信号レベルは、0 ではなく、少しマイナ

スの値 ($-\Delta S$) を取る。図 10 (c) に示す様に、マークの中心がガウス分布の中心に位置している場合は、再生信号レベルはピーク値を取るが、+1 よりも小さいピーク値となる。なお、図 8, 9, 10 は、変調符号として 8-16 変調を採用した場合について示されている。

- 5 この様にマークの先端エッジがガウス分布の中心に位置した時（以下、エッジ—センター時と言う。）に得られる再生信号レベルは、符号間干渉量 $-\Delta S$ で表すことができる。このエッジ—センター時における再生信号レベル ($-\Delta S$) の絶対値 $|-\Delta S|$ は、マーク長 ML がガウス分布の幅 GW より短くなるにつれて、大きくなる。この様に、エッジ—センター時における再生信号レベルが、0 から
- 10 負方向に移動することも、ズレ量 g が発生する要因のひとつと考えられる。

- そこで、本発明においては、マーク長 ML を、短い方から順番に長くして行き、エッジ—センター時における再生信号レベルが、マイナス値からほぼ 0 に達したとき、例えば -0.01 以内で 0 に近づいた時、レベル $X1$ でカットが開始される様に、レベル $X1$ の大きさを設定する。図 9 の場合、3 T マークの波形 901
- 15 のエッジ—センター時における再生信号レベルは -0.099 であり、4 T マークの波形 902 のそれは -0.028 であり、5 T マークの波形 903 のそれは -0.006 である。従って、レベル $X1$ は、4 T マークの波形のピーク値と 5 T マークの波形のピーク値との間に設定される。

- これは、別の見方をすれば、マーク長 ML がガウス分布の幅 GW と等しくなる
- 20 当たりの信号から、またはマーク長 ML が光スポットの半値幅 Wh と等しくなる当たりの信号からレベル $X1$ により信号がカットされる様にすれば良い。すなわち、

$$ML/Wh \geq R$$

$$1. 0 \leq R \leq 1.35$$

- 25 の時、レベル $X1$ によりカットがなされるように設定すればよい。図 8 において、803 は光スポットの半値幅 Wh であり、光スポット分布のピーク強度に対して $1/2$ 強度となる分布の幅を示し、DVD ではほぼ $0.6 \mu m$ である。

 以上の内容を、更に数式を用いて分析する。

 ここで、光スポットの半値幅を Wh として、十分長いスペースでは再生信号レ

ベルが-1（最小信号レベル）、十分長いマークでは再生信号レベルが+1（最大信号レベル）になるとすると、光スポットを示すガウス分布 $Sf(x)$ は数1で表せる（ x は光スポット中心からの距離）。

【数1】

$$Sf(x) = \frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2} \cdot \sqrt{\pi}} \cdot e^{-\left(\frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2}} x\right)^2}$$

5

ある時刻における再生信号レベルは数1をマークの存在する区間の部分を全て積分した値からマークの存在しない区間を全て積分した値で減ずればよい。十分長いマークでは1になることから明らかなように、数1を全範囲で積分した値は1である。また、例えば光スポットが、十分長いスペースと十分長いマークの変化点にある場合には、数1が $x=0$ に対して対称であることから、再生信号レベルは0となる。

10

ここで、変調符号として8-16変調を用いた場合の符号間干渉について説明する。簡単化のため十分長いスペースの後に、3Tマーク、4Tマーク、5Tマーク、6Tマークが続く信号の例を用いて後続マークによる符号間干渉について説明する。上記の再生波形を図9に示す。図9において、901は3Tマーク、902は4Tマーク、903は5Tマーク、904は6Tマークの波形である。

15

光スポットが、十分長いスペースと n Tマークの変化点に存在する場合の再生信号レベルは数1を0から $n \times B1$ まで積分した、数2となる。ここで $B1$ は、1チャンネルビット当たり、すなわち1T当たり、の光ディスク上の長さを示すので、 $n \times B1$ は、マーク長に相当する。最短マーク3Tのマーク長さを ML_{min} とすると $B1 = ML_{min} / 3$ である。なお、1Tは時間長を示し、 $B1$ はディスク上の空間長を示す。

20

【数2】

$$I_{nT} = \frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2} \cdot \sqrt{\pi}} \left(\int_{n \cdot Bl}^{\infty} e^{-\left(\frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2}} \cdot x\right)^2} \cdot dx - \int_{-\infty}^{n \cdot Bl} e^{-\left(\frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2}} \cdot x\right)^2} \cdot dx \right)$$

ここで、図6における従来の波形等化回路74で等化を行った場合の再生信号レベルEQnTは、時間 $-\tau$ の再生信号レベルAnTと、時間 $+\tau$ の再生信号レベルBnTにそれぞれ係数Kを掛け、時間0の再生信号レベルInTに足し合わせた値となるので、

$EQnT = InT + K \cdot AnT + K \cdot BnT = InT + K \cdot (AnT + BnT)$
である。時間 τ によって光スポットが距離dだけ進むとすると、AnT、BnTはそれぞれ数3、数4で表せる。

10 【数3】

$$A_{nT} = \frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2} \cdot \sqrt{\pi}} \left(2 \cdot \int_d^{n \cdot Bl + d} e^{-\left(\frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2}} \cdot x\right)^2} \cdot dx - 1 \right)$$

【数4】

$$B_{nT} = \frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2} \cdot \sqrt{\pi}} \left(2 \cdot \int_{-d}^{n \cdot Bl - d} e^{-\left(\frac{\sqrt{\ln 2}}{\frac{Wh}{2}} \cdot x\right)^2} \cdot dx - 1 \right)$$

数2によれば、例えば光スポットの半値幅 W_h が $0.6\mu m$ 、チャネルビット長さ B_1 が $0.14\mu m$ のとき、 $3T$ から $6T$ の符号間干渉量 I_nT はそれぞれ、

$$I_{3T} = -0.099、$$

$$I_{4T} = -0.028、$$

$$5 \quad I_{5T} = -0.006、$$

$$I_{6T} = -0.001$$

となる。また、 $A_nT + B_nT$ は、距離 $d = 2 \cdot B_1$ とすると $3T$ から $6T$ マークにおいては、

$$A_{3T} + B_{3T} = -0.734 + 0.146 = -0.588、$$

$$10 \quad A_{4T} + B_{4T} = -0.729 + 0.456 = -0.273、$$

$$A_{5T} + B_{5T} = -0.728 + 0.629 = -0.099、$$

$$A_{6T} + B_{6T} = -0.728 + 0.700 = -0.028$$

となる。

このとき、従来の等価回路のタップ係数 K を $-I_{3T} / (A_{3T} + B_{3T}) =$
 $15 \quad -0.169$ と選べば、等化によって $3T$ マークの符号間干渉は取り除けるが、
 $4T$ マークでは 0.018 、 $5T$ マークでは 0.011 、 $6T$ マークでは 0.004 の誤差が生じる。同様に、タップ係数 K を $-I_{4T} / (A_{4T} + B_{4T}) =$
 -0.103 と選べば、 $4T$ マークの符号間干渉は取り除けるが、 $3T$ マークで
 $20 \quad$ は -0.039 、 $5T$ マークでは 0.004 、 $6T$ マークでは 0.002 の誤
 差が生じる。このように従来の等化回路では全てのマークの符号間干渉を取り除
 くことができなかった。結局、絶対値誤差の平均値が最も小さくなる等化量とし
 ていた。

これは、 I_nT と、 $A_nT + B_nT$ の関係が比例関係にないためである。そこ
 で、本発明の等価回路では、符号間干渉量 I_nT の絶対値が 0.010 より小さ
 $25 \quad$ くなる $5T$ 以上、すなわち $5T$ 、 $6T$ 、 $7T$ 、 \dots の再生信号はレベル X_1 に
 よりカットを行なう振幅制限を行うことにより、 $5T$ 以上の再生信号のピーク値
 を一定とし、 I_{3T} と I_{4T} の関係が、

$$I_{3T} : I_{4T} = (A_{3T} + B_{3T}) : (A_{4T} + B_{4T})$$

となるように、 A_nT 、 B_nT に振幅制限を行うことによって I_nT と、 A_nT

+B_nTの関係を一時的に比例関係に近づけている。比例関係になれば、係数Kを

$$K = -I_{3T} / (A_{3T} + B_{3T}) = -I_{4T} / (A_{4T} + B_{4T})$$

と選べば、全てのマークの符号間干渉を取り除くことができる。

- 5 具体的にはA_nTを-0.578で振幅制限し、B_nTを0.578で振幅制限すれば、

$$A_{3T} + B_{3T} = -0.578 + 0.146 = -0.433、$$

$$A_{4T} + B_{4T} = -0.578 + 0.456 = -0.122、$$

$$A_{5T} + B_{5T} = -0.578 + 0.578 = 0、$$

10 $A_{6T} + B_{6T} = -0.578 + 0.578 = 0$

となり、K=-0.230と選べば、誤差が3Tマークで0、4Tマークで0、5Tマークで-0.006、6Tマークで-0.001とほぼ0に近づけることができる。

- 15 本発明は、振幅制限（レベルX1によるカット）を行わない場合の波形におけるI_nTと（A_nT+B_nT）とが比例関係から離れてくる、高密度記録において効果を発揮する。ここで、図11に振幅制限を行わない従来の波形等化回路の場合の、線密度と4Tマーク誤差の関係を示す。なお、線密度は、最短マーク長ML_{min}と光スポットの反値幅Whの比で定義し、波形等化回路の係数Kは3Tマークの符号間干渉を取り除く値

20 $K = -I_{3T} / (A_{3T} + B_{3T})$

としている。これは誤差が大きければI_nTと（A_nT+B_nT）が比例関係から遠ざかっていることを示す。本発明においては、図11の誤差量が0.010以上において効果を発揮する。線密度では、最短マーク長と光スポットの半値幅の比が0.82以下において効果を発揮する。さらに誤差量が0.018以上、

25 線密度0.70以下においてさらに大きな効果を発揮する。

なお、ここではスペースの後のマークによる符号間干渉の例において説明を行ったが、スペースとマークが逆の場合においても符号が反転するだけで、同様のことが言える。また、スペースの前のマークによる符号間干渉の場合でも、時間軸を反転して考えればA_nTとB_nTが逆になるだけで、同様のことが言える。

結局、あらゆる組み合わせにおいても同様のことが言える。

なお、(1, 7) 変調等の 2 T が最短マークである変調符号においても、上述した 8-16 変調の 3 T を (1, 7) 変調における 2 T, 8-16 変調の 4 T を (1, 7) 変調における 3 T と置き換えれば同様の効果がある。

5

以上説明したように、2 値化回路 18 に入力される前の再生信号、好ましくは波形等化回路に入力される再生信号 S2 について、少なくとも突出している一方、たとえば少なくとも正方向の振幅波形をカットすれば、ズレ量 g を低減することが出来、再生信号のジッタを改善することが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 光ディスクに書き込まれたマークまたはスペース（以下マーク）を読み出す再生装置であって、

5 マークに光スポットを照射し、マークを読み出し、再生信号を出力する光ヘッド手段と、

光ヘッドで読み出された再生信号を、2値化信号に変換するための所定のしきい値に対する正方向の波形の振幅と負方向の波形の振幅の少なくとも大きいほうの振幅の波形を制限し、両方向の振幅が大略同じになるようにするトリマ手段と、

10 トリマ手段からの出力信号の高周波帯を増幅する波形等化回路と、

波形等化回路からの出力信号を、上記所定のしきい値を用いて2値化信号を生成する2値化回路から成ることを特徴とする再生装置。

2. 上記トリマ手段は、正方向の振幅のみを制限することを特徴とする請求項1記載の再生装置。

15 3. 上記トリマ手段は、正方向の振幅および負方向の振幅を制限することを特徴とする請求項1記載の再生装置。

4. 正方向の振幅を制限することによりカットされる量を、正方向の振幅の最大値の55%以下とし、負方向の振幅を制限することによりカットされる量を、負方向の振幅の最大値の50%以下とすることを特徴とする請求項3記載の光ディスク再生装置。

20 5. マークの最も短い長さが nT （ n は正の整数、 T はチャンネルクロックの周期を表す）である変調符号の場合、前記トリマ手段は、マーク長が $(n+2)T$ 以上の信号に対し、正方向の振幅をおよび負方向の振幅を制限し、マーク長が nT および $(n+1)T$ の信号については、正方向の振幅および負方向の振幅を制限しないことを特徴とする請求項3記載の光ディスク再生装置。

25 6. 光ディスク上のピット長 ML と光スポットの半値幅 Wh との比 ML/Wh が次の関係

$$ML/Wh \geq R$$

$$1. 0 \leq R \leq 1.35$$

を満たす場合に、前記トリマ手段により振幅を制限することを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク再生装置。

7. 前記光ディスクは、最短マーク長 ML_{min} と光スポットの半値幅 W_h の比が $ML_{min}/W_h < 0.82$ の関係を満足することを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク再生装置。

8. 書き込み可能な光ディスクに書き込まれたマークを読み出す再生方法であって、

光ヘッドからマークに光スポットを照射し、マークを読み出し、再生信号を出力する工程と、

光ヘッドで読み出された再生信号を、2 値化信号に変換するための所定のしきい値に対する正方向の波形の振幅と負方向の波形の振幅の少なくとも大きいほうの振幅の波形を制限し、両方向の振幅が大略同じになるようにする工程と、

両方向の振幅が大略同じである信号を増幅する工程と、

増幅した信号を、上記所定のしきい値を用いて 2 値化信号に変換することを特徴とする再生方法。

9. 両方向の振幅が大略同じになるようにする工程は、正方向の振幅のみを制限することを特徴とする請求項 8 記載の再生方法。

10. 両方向の振幅が大略同じになるようにする工程は、正方向の振幅および負方向の振幅を制限することを特徴とする請求項 8 記載の再生方法。

11. 正方向の振幅を制限することによりカットされる量を、正方向の振幅の最大値の 55% 以下とし、負方向の振幅を制限することによりカットされる量を、負方向の振幅の最大値の 50% 以下とすることを特徴とする請求項 10 記載の光ディスク再生方法。

12. マークの最も短い長さが nT (n は正の整数、 T はチャンネルクロックの周期を表す) である変調符号の場合、前記トリマ手段は、マーク長が $(n+2)T$ 以上の信号に対し、正方向の振幅をおよび負方向の振幅を制限し、マーク長が nT および $(n+1)T$ の信号については、正方向の振幅および負方向の振幅を制限しないことを特徴とする請求項 10 記載の光ディスク再生方法。

13. 光ディスク上のピット長 ML と光スポットの半値幅 W_h との比 ML/W_h

hが次の関係

$$ML/Wh \geq R$$

$$1. \quad 0 \leq R \leq 1.35$$

を満たす場合に、前記両方向の振幅が大略同じになるようにする工程により振幅を制限することを特徴とする請求項8記載の光ディスク再生方法。

5

14. 前記光ディスクは、最短マーク長 ML_{min} と光スポットの半値幅 Wh の比が $ML_{min}/Wh < 0.82$ の関係を満足することを特徴とする請求項8記載の光ディスク再生装置。

補正書の請求の範囲

[2001年3月16日(16.03.01)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲1-3及び8-10は取り下げられた;他の請求の範囲は変更なし。(2頁)]

1. (削除)

5

10

2. (削除)

15

3. (削除)

4. 正方向の振幅を制限することによりカットされる量を、正方向の振幅の最大値の55%以下とし、負方向の振幅を制限することによりカットされる量を、負方向の振幅の最大値の50%以下とすることを特徴とする請求項3記載の光ディスク再生装置。

20

5. マークの最も短い長さが nT (n は正の整数、 T はチャンネルクロックの周期を表す)である変調符号の場合、前記トリマ手段は、マーク長が $(n+2)T$ 以上の信号に対し、正方向の振幅をおよび負方向の振幅を制限し、マーク長が nT および $(n+1)T$ の信号については、正方向の振幅および負方向の振幅を制限しないことを特徴とする請求項3記載の光ディスク再生装置。

25

6. 光ディスク上のピット長 ML と光スポットの半値幅 Wh との比 ML/Wh が次の関係

$$ML/Wh \geq R$$

$$1. \ 0 \leq R \leq 1.35$$

を満たす場合に、前記トリマ手段により振幅を制限することを特徴とする請求項1記載の光ディスク再生装置。

7. 前記光ディスクは、最短マーク長 ML_{min} と光スポットの半値幅 Wh の比が $ML_{min}/Wh < 0.82$ の関係を満足することを特徴とする請求項1記載の光ディスク再生装置。

8. (削除)

9. (削除)

10. (削除)

11. 正方向の振幅を制限することによりカットされる量を、正方向の振幅の最大値の55%以下とし、負方向の振幅を制限することによりカットされる量を、負方向の振幅の最大値の50%以下とすることを特徴とする請求項10記載の光ディスク再生方法。

12. マークの最も短い長さが nT (n は正の整数、 T はチャンネルクロックの周期を表す)である変調符号の場合、前記トリマ手段は、マーク長が $(n+2)T$ 以上の信号に対し、正方向の振幅をおよび負方向の振幅を制限し、マーク長が nT および $(n+1)T$ の信号については、正方向の振幅および負方向の振幅を制限しないことを特徴とする請求項10記載の光ディスク再生方法。

13. 光ディスク上のビット長 ML と光スポットの半値幅 Wh との比 ML/W

図1

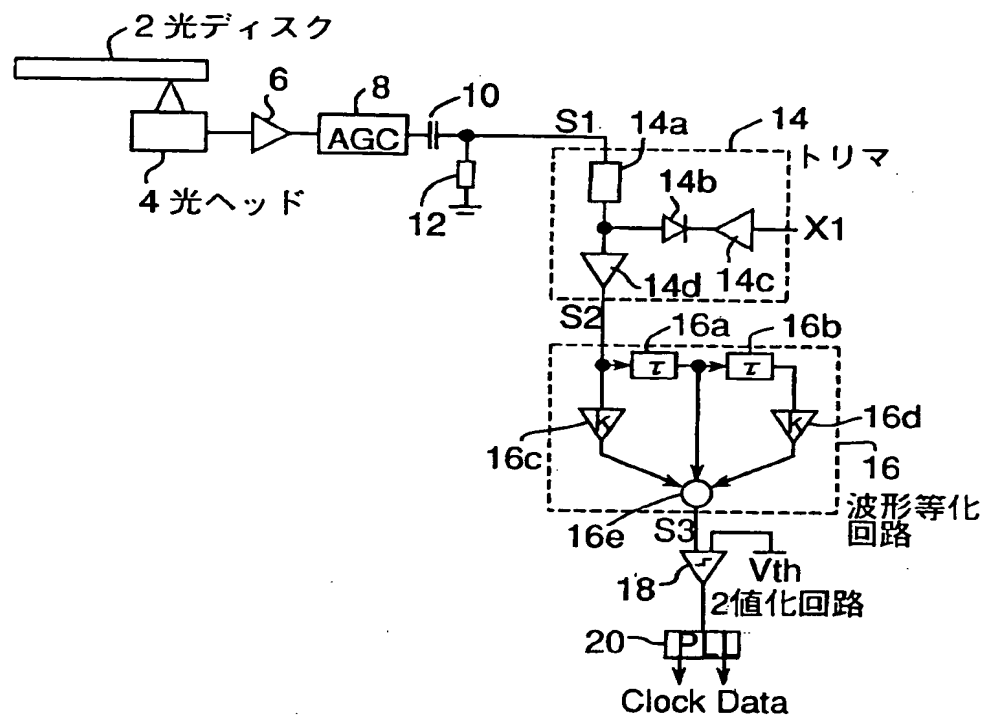


図2(a)

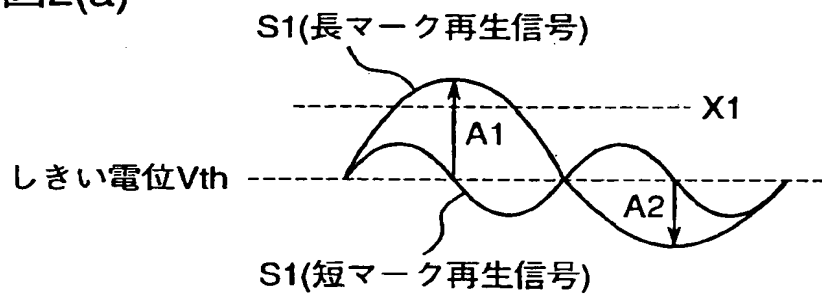


図2(b)

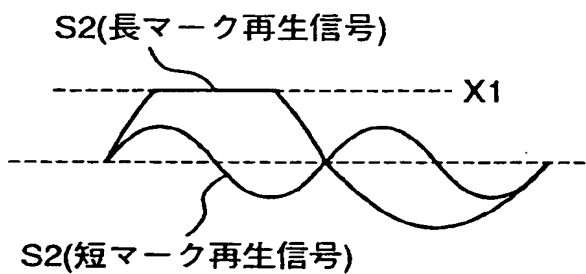


図2(c)

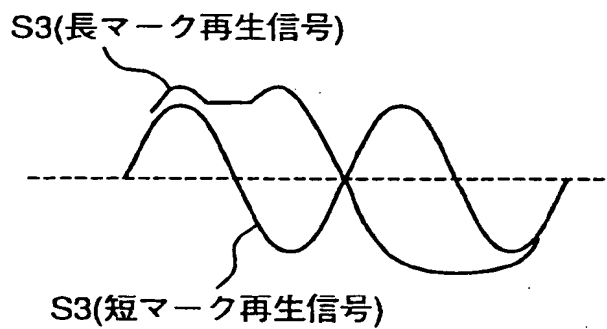


図3

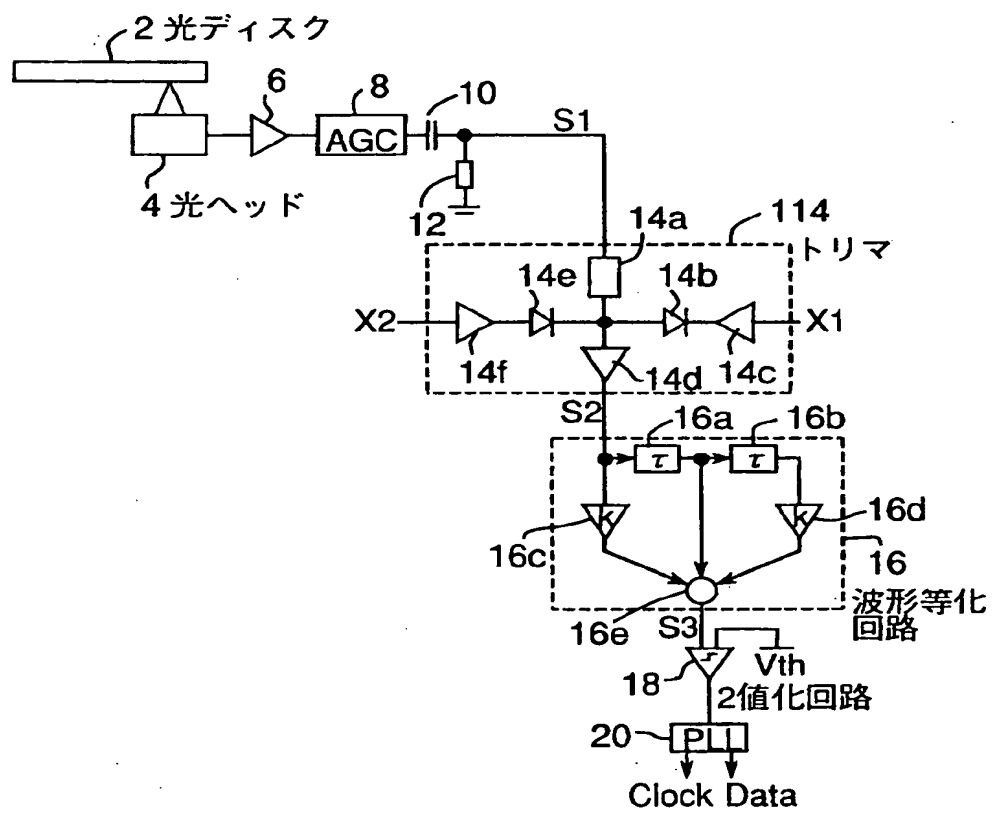


図4(a)

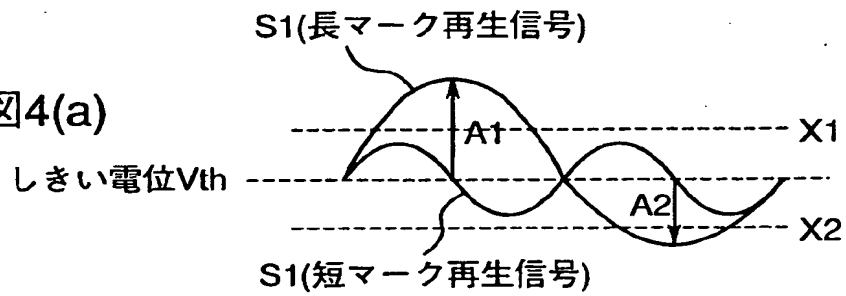


図4(b)

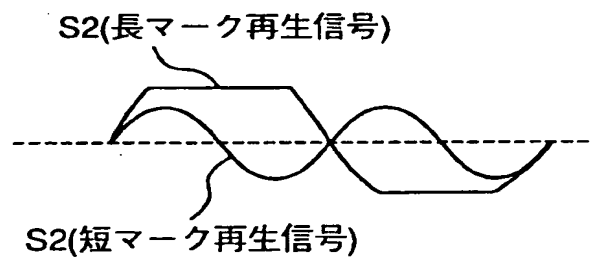


図4(c)

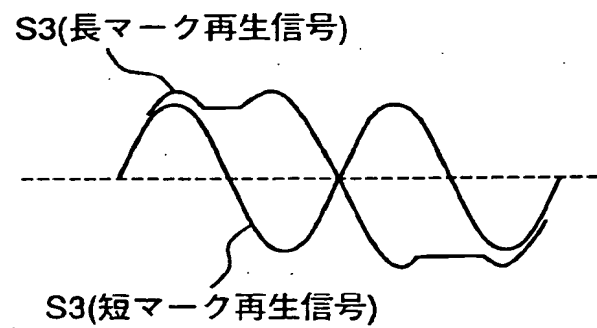


図5(a)

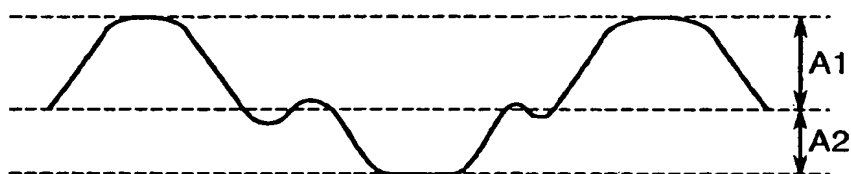


図5(b)

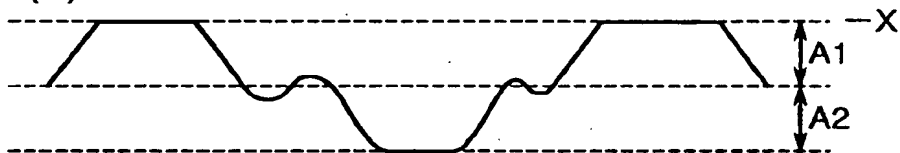


図5(c)

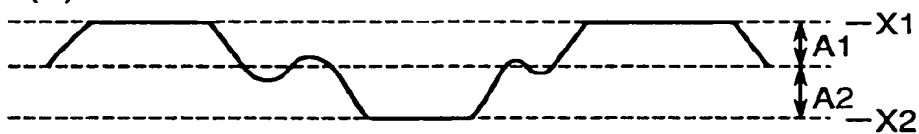


図5(d)

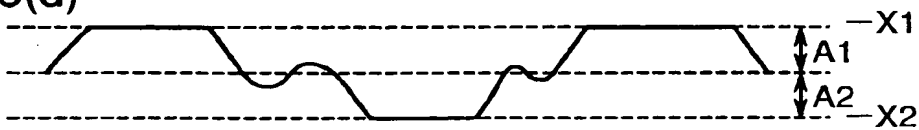
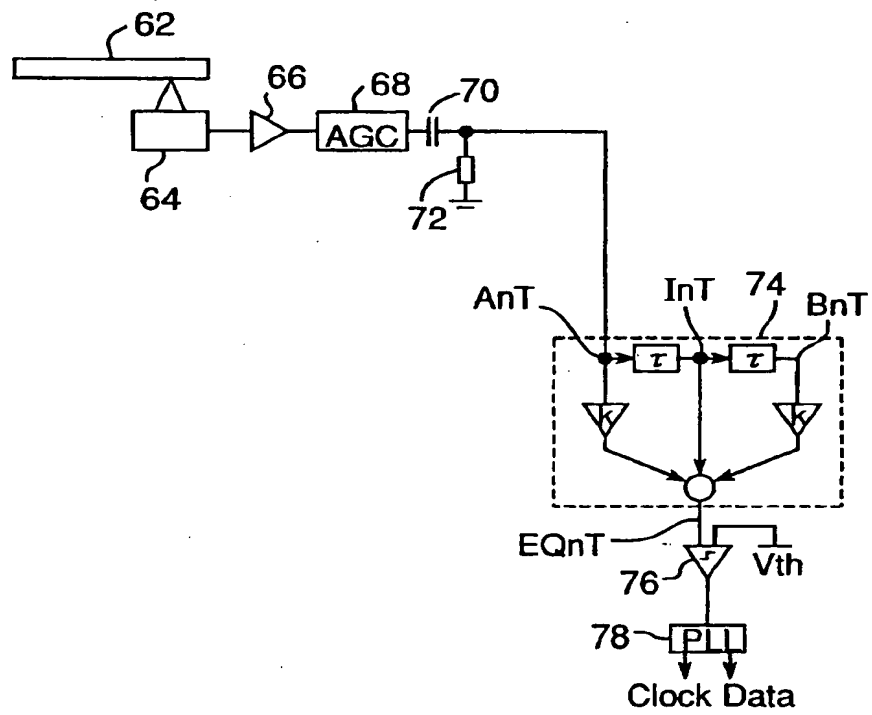
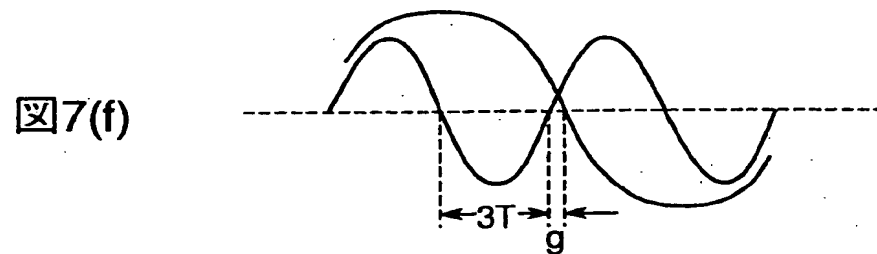
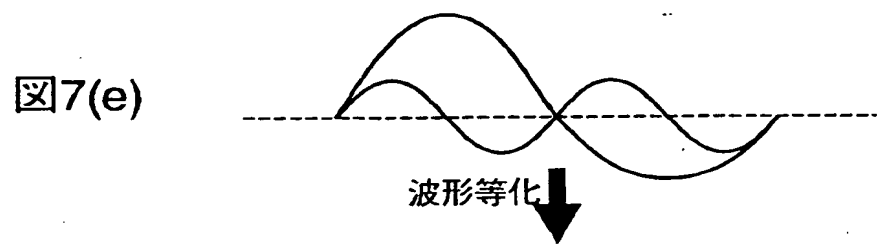
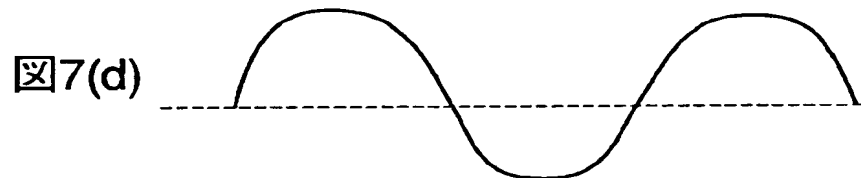
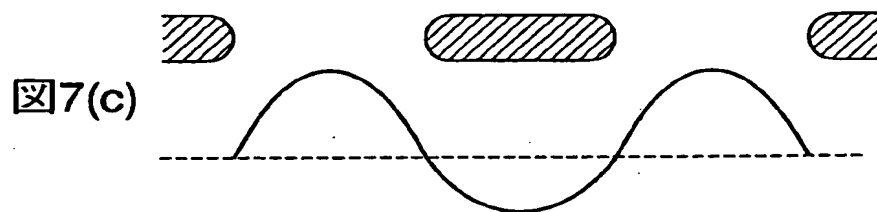
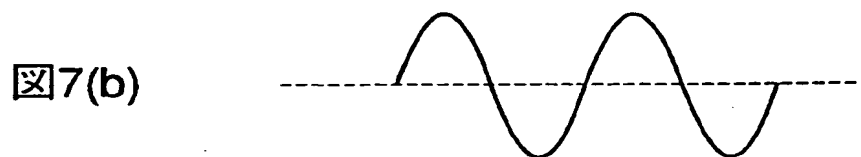
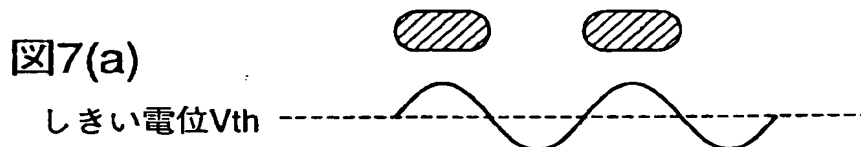


図6





8/11

図8(a)

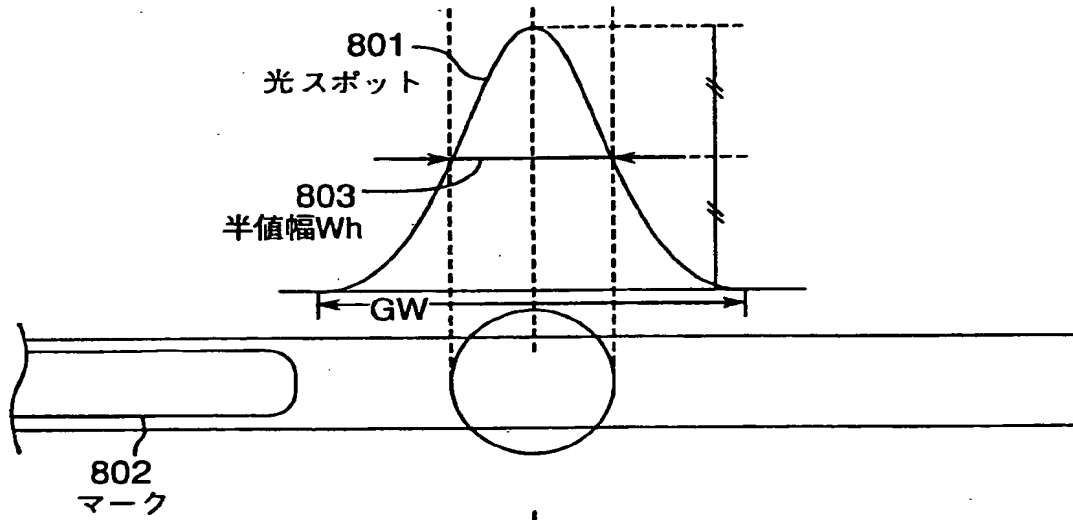


図8(b)

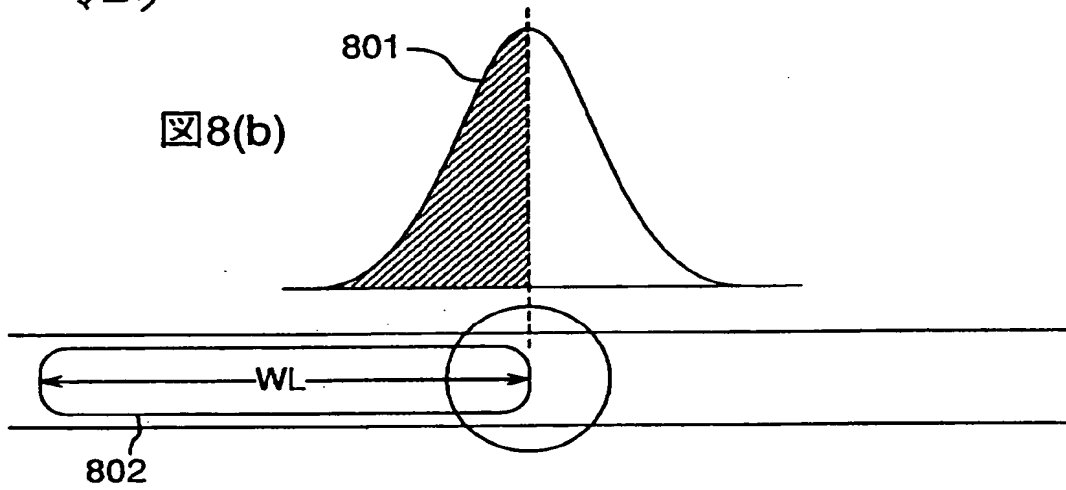
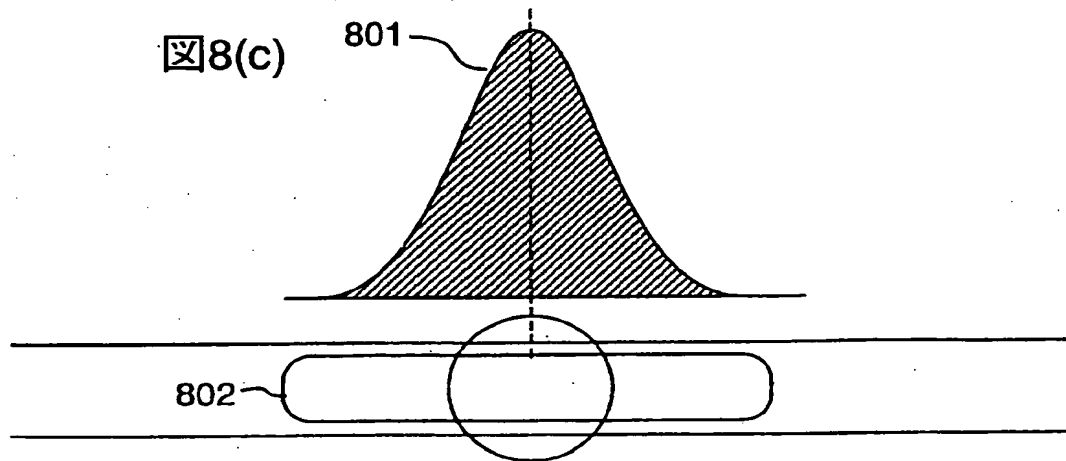
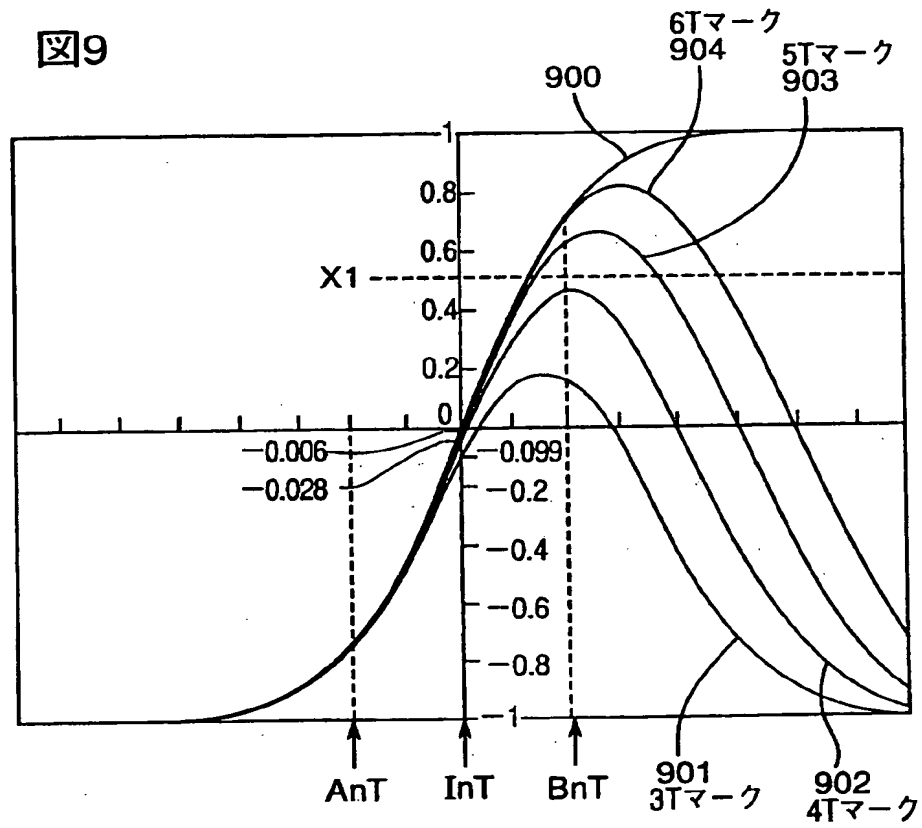


図8(c)



9/11

図9



10 / 11

図10(a)

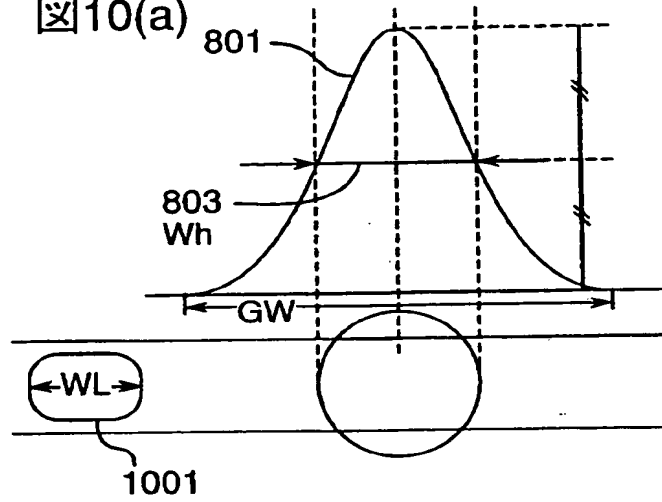


図10(b)

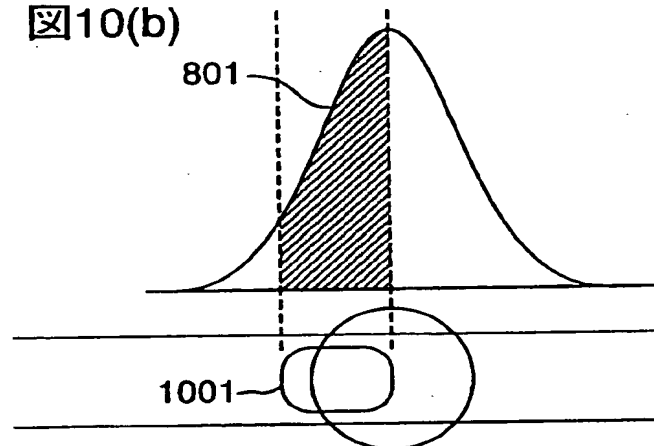


図10(c)

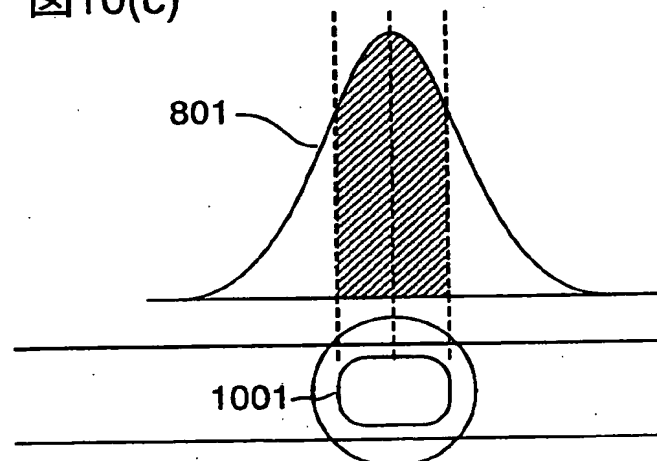
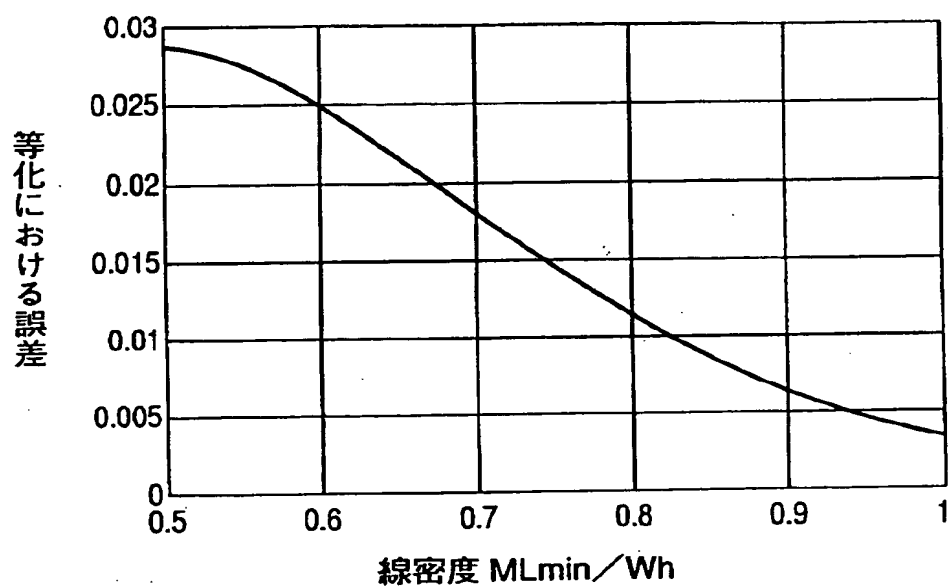


図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B 20/10, G11B 7/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B 20/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|------------------------|
| X A | JP, 11-259985, A (Pioneer Electronic Corporation), 24 September, 1999 (24.09.99), Full text, Figs. 1 to 18 & EP, 00090811, A | 1-3, 8-10 4-7, 8-14 |
| X A | JP, 8-263846, A (Fujitsu Ten Limited), 11 October, 1996 (11.10.96), Full text, Figs. 1 to 9 (Family: none) | 1-3, 8-10 4-7, 8-14 |
| X A | JP, 8-106724, A (Olympus Optical Company Limited), 23 April, 1996 (23.04.96), Full text, Figs. 1 to 7 (Family: none) | 1-3, 8-10 4-7, 8-14 |
| EX | JP, 2000-182328, A (Pioneer Electronic Corporation), 30 June, 2000 (30.06.00), Full text, Figs. 1 to 10 (Family: none) | 1-3, 8-10 |
| A | JP, 4-232659, A (NEC Corporation), 20 August, 1992 (20.08.92), Full text, Figs. 1 to 7 (Family: none) | 1-14 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 January, 2001 (18.01.01)

Date of mailing of the international search report
30 January, 2001 (30.01.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/07588

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 20/10, G11B 7/005

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 20/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------------|
| X A | J P, 11-259985, A (パイオニア株式会社) 24. 9月. 1999 (24. 09. 99) 全文 第1-18図 & E P, 00090811, A | 1-3, 8-10 4-7, 8-14 |
| X A | J P, 8-263846, A (富士通テン株式会社) 11. 10月. 1996 (11. 10. 96) 全文 第1-9図 (ファミリーなし) | 1-3, 8-10 4-7, 8-14 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 01. 01

国際調査報告の発送日

30.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小松 正

5 D

2946

電話番号 03-3581-1101 内線

| C (続き) 関連すると認められる文献 | | |
|---------------------|---|------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| X A | J P, 8-106724, A (オリンパス光学工業株式会社) 23. 4月. 1996 (23. 04. 96) 全文 第1-7図 (ファミリーなし) | 1-3, 8-10 4-7, 8-14 |
| EX | J P, 2000-182328, A (パイオニア株式会社) 30. 6月. 2000 (30. 06. 00) 全文 第1-10図 (ファミリーなし) | 1-3, 8-10 |
| A | J P, 4-232659, A (日本電気株式会社) 20. 8月. 1992 (20. 08. 92) 全文 第1-7図 (ファミリーなし) | 1-14 |